

CYTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN BORAGINACEEN I.

von

J. GRAU

Die Boraginaceen bieten, wie sich bei eingehenderen Untersuchungen gezeigt hat, mehr an cytologischen Besonderheiten und Abweichungen, als sich nach dem Übersichtsreferat von BRITTON (1951) vermuten läßt. Wenn auch die asiatischen Gattungen und Arten, von denen cytologische Daten noch weitgehend unbekannt sind, die meisten Überraschungen erwarten lassen, zeigt sich doch, daß unter den europäischen Sippen und hier besonders unter den mediterranen immer wieder interessante Chromosomenzahlen gefunden werden können.

In der vorliegenden Studie sollen einige neue oder bemerkenswerte Zählungen zusammengefaßt werden, die sich im Laufe der letzten Zeit angesammelt haben.

Die Pflanzen, weitgehend Wildmaterial (soweit keine anderen Sammler genannt sind handelt es sich um eigene Aufsammlungen), wurden im Institut für Systematische Botanik der Universität München kultiviert. Herbarisierte Belegexemplare befinden sich in der Botanischen Staatssammlung München. Nur in wenigen Fällen, in denen besonderes Interesse vorlag, wurde auf korrekt bestimmtes Gartenmaterial zurückgegriffen. Die Zählungen stammen ausschließlich von Mitosen des Wurzelspitzengewebes. Die Färbungen erfolgten, nach Vorbehandlung mit 8-Hydroxychinolin und nach Hydrolyse mit 1n HCl, mit Orcein-essigsäure oder Feulgen.

Die Zitate früherer Zählungen aus den hier behandelten Gattungen finden sich, soweit sie nicht im Literaturverzeichnis aufgeführt sind, in den Übersichten von CAVE (1956-1964) und

LÖVE & LÖVE (1961).

ALKANNA

Cytologische Angaben über die Gattung *Alkanna* sind nicht sehr zahlreich. Lediglich für *A. orientalis* Boiss. s.l. (BRITTON 1951, STREY 1931, beide $2n = 22$) und *A. tinctoria* (L.) Tausch (BAKSAY 1956, $2n = 14$) existieren Zählungen.

Untersuchte Pflanzen:

<i>Alkanna hellenica</i> (Boiss.) Rech. fil.	
Griechenland, Phokis, Delphi	$2n = 28$ (Abb. 1 a)
<i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tausch	
Italien, Apulien, Dünen südl. Manfredonia	$2n = 30$ (Abb. 1 b)
<i>Alkanna boeotica</i> DC.	
Griechenland, Attika, Kithaeron bei Kaza	$2n = 30$ (Abb. 1 c)

Alkanna hellenica ist sehr nahe mit *A. orientalis* verwandt und wurde bis zu den Studien von RECHINGER (1965) dieser Art als Varietät untergeordnet. Die nun bekannt gewordenen unterschiedlichen Chromosomenzahlen können noch ein weiteres Argument für die obenerwähnte Trennung liefern. Eine Entscheidung zu welcher Sippe genau die bisherigen Zählungen von *A. orientalis* s.l. gehören, wird jedoch erst möglich sein, wenn Originalmaterial von *A. orientalis* aus Kleinasien untersucht werden kann. Die Pflanzen von STREY und BRITTON stammten aus Botanischen Gärten.

A. tinctoria ist die Art mit der weitesten Verbreitung und gleichzeitig die einzige Sippe, die nach Norden über den Mittelmeerraum hinausreicht. Ihr wird von RECHINGER eine auffallende Formenvielfalt bescheinigt, die augenscheinlich auch auf karyologische Unterschiede zurückgehen kann. Die von mir untersuchte italienische Population besaß in allen geprüften Exemplaren $2n = 30$ Chromosomen. Auffällig ist, daß die von BAKSAY untersuchten Pflanzen vom Nordrand des Areals (Ungarn) mit $2n = 14$ eine wesentlich geringere Chromosomenzahl anderer Basis besitzen. Erst eine Kultur der verschiedensten Populationen kann eine Bewertung der einzelnen Formen und Chromosomenrassen ermöglichen.

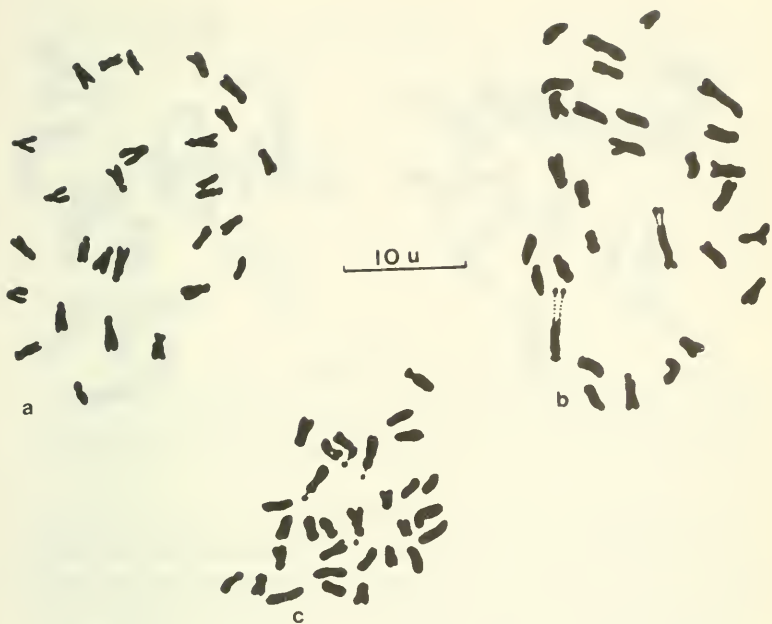


Abb. 1: Metaphasen bei a) *Alkanna hellenica*, b) *A. tinctoria*, c) *A. boeotica*.

A. boeotica schließt sich in der Chromosomenzahl gut an die vorausgegangene Sippe an. Bemerkenswert sind die 4 SAT-Chromosomen. Der Basis $x = 15$, die sicherlich sekundärer Natur ist, kann in der Gattung größere Bedeutung zukommen.

ANCHUSA

Untersuchte Pflanzen:

Anchusa cretica Miller

Italien, Apulien, Mte. Gargano,
Foresta Umbra

$2n = 16$ (Abb. 2 a)

Anchusa variegata (L.) Lehm.

Griechenland, Bötien, östl.
Arachowa

$2n = 16$ (Abb. 2 b)

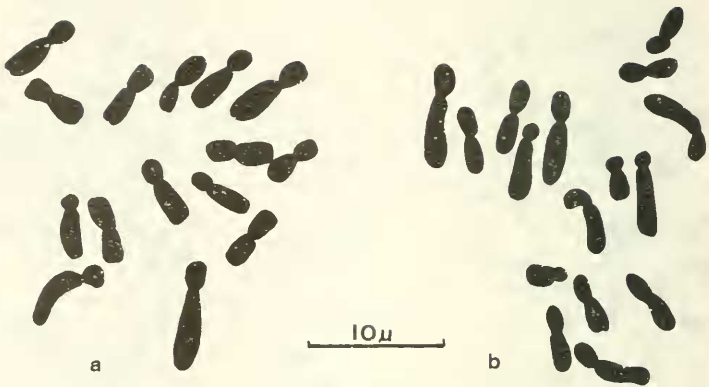


Abb. 2: Metaphase von a) *Anchusa cretica*, b) *A. variegata*.

Die meisten Sippen der Gattung *Anchusa* besitzen, soweit untersucht, die Basis $x = 8$. Beide hier studierten Arten, deren Trennung kürzlich GREUTER (1965) detailliert begründete, zeigen nicht zuletzt durch ihre Chromosomenzahlen, daß sie zu Recht in die Gattung *Anchusa* einzubeziehen sind. Auch in der Größe der Chromosomen passen sich *A. cretica* und *A. variegata* gut in die Gattung ein. Zu *Lycopsis*, wo die beiden Arten sich ursprünglich befanden, lassen sich, wenn die frühe Zählung für *L. arvensis* ($2n$ ca. 54, SVENSON 1925) zutrifft, nicht so deutliche Beziehungen feststellen. Doch müssen hier noch genauere Untersuchungen vorgenommen werden.

ARNEBIA

Untersuchte Pflanzen:

Arnebia nobilis Rech. fil.

Afghanistan, Prov. Ghazni, Distr.

Malestan, NW Sang-i-Masha, leg.

K. H. RECHINGER, Nr. 17570

$2n = 14$ (Abb. 3)

Beide bisher cytologisch untersuchten Vertreter der Gattung *Arnebia* besitzen übereinstimmend $n = 4$ Chromosomen; dies ist, soweit bekannt, die niedrigste Chromosomenzahl, die bisher bei Boraginaceen gefunden wurde (*A. griffithii* Boiss.,

A. hispidissima (Lehm.) DC.).

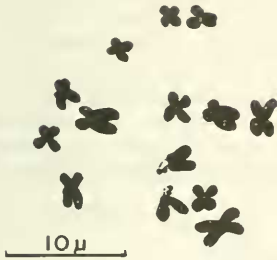


Abb. 3: Metaphase von
Arnebia nobilis

A. nobilis hat eine verhältnismäßig höhere Chromosomenzahl, die nicht direkt von der bisher bekannten herzuleiten ist. Die Chromosomen sind relativ groß und bis auf die SAT-Chromosomen metacentrisch.

ERITRICHUM

Untersuchte Pflanzen:

Eritrichum canum (Benth.) Kitam.

Alma Ata (Wildmaterial, aus dem Bot.

Garten Alma Ata)

$2n = 22$ (Abb. 4)



Abb. 4: Mitose der Wurzelspitze bei *Eritrichum canum*
(Metaphase).

Aus der artenarmen Gattung *Eritrichum* existieren bisher nur wenige Zählungen. Für europäisch-alpine Pflanzen von *E. nanum* (All.) Schrader geben FAVARGER & HUYNH (1964) $n = 23$ an; bei *E. kamtschatikum* Kom. wurden $2n = 24$ Chromosomen gezählt. Bei *E. canum* fallen acro- und metacentrische Chromosomen auf. Die augenscheinlich dysploiden Verhältnisse lassen eine Untersuchung der restlichen Sippen sowie die Nachprüfung der Chromosomenzahl an Exemplaren von *E. nanum* aus anderen Arealteilen lohnend erscheinen.

LITHOSPERMUM s. l.

Die von JOHNSTON getroffene Aufteilung der Großgattung *Lithospermum* nach sicherlich gerechtfertigten Gesichtspunkten beschränkt die zu *Lithospermum* s. str. gehörigen Sippen in Europa auf *L. officinale*; der Rest der Taxa verteilt sich hauptsächlich auf die beiden Gattungen *Lithodora* und *Buglossoides*, sowie mit einer Art auf die monotypische Gattung *Neatostema*.

Wie die folgende Übersicht der europäischen Arten und der nunmehr bekannten Chromosomenzahlen zeigt, liegt auch hier ausgeprägte Dysploidie vor.

Lithodora Griseb.

sect. Allostema Johnst.

L. rosmarinifolia (Ten.) Johnst. $2n = 26$ (FÜRNKRANZ
1967)

L. oleifolia (Lap.) Griseb. $2n = 28$ (GRAU 1968)

L. zahnii (Heldr.) Johnst. ---

L. hispidula (Sibth. & Sm.) Griseb. ---

sect. Lithodora

L. fruticosa (L.) Griseb. $2n = 28$ (LORENZO
ANDREU 1951)

sect. Lasioglottis Johnst.

L. diffusa (Lag.) Johnst. $2n = 24$ (GRAU 1968)

Buglossoides Moench

sect. Buglossoides

B. tenuiflorum (L.) Johnst. $2n = 28$ (STREY 1931)

- B. arvense* (L.) Johnst. 2n = 28 (LÖVE & LÖVE 1944, BRITTON 1951, HANELT & SCHULZE MOTEL 1962, GRAU 1968)
 2n = 24 (MATTICK in TISCHLER 1950)
 2n = 16 (SUZUKA 1950)
- B. incrassatum* (Guss.) Johnst. ---
- sect. Margarospermum (Reichenb.)
Johnst.
- B. purpureocaeruleum* (L.) Johnst. 2n = 16 (REESE 1952), GRAU 1967)
- B. calabrum* (Ten.) Johnst. 2n = 20 (GRAU 1968)
- B. gastoni* (Benth.) Johnst. ---

Neatostema Johnst.

- N. apulum* (L.) Johnst. 2n = 28 (BRITTON 1951)

Untersuchte Pflanzen:

- Lithodora oleifolia* (Lap.) Griseb.
 Bot. Garten München (Gartenmaterial) 2n = 28 (Abb. 5 b)
- Lithodora diffusa* (Lag.) Johnst.
 Spanien, Asturien, N des Puerto de Ventana 2n = 24 (Abb. 5 a)
- Buglossoides calabrum* (Ten.) Johnst.
 Italien, Prov. Cosenza, Passo di Scalone östl. Belvedere Marittimo 2n = 20 (Abb. 5 c, d)
- Buglossoides arvense* (L.) Johnst.
 (in der Form "*Lithospermum permixtum* Jord.")
 Frankreich, Alpes Maritimes, Caussols N Grasse 2n = 28 (Abb. 5 e)

Das Auftreten von $x = 14$ in allen zu *Lithospermum* s.l. gehörenden Gattungen scheint dieser Grundzahl für diesen ganzen Sippenbereich weitergehende Bedeutung zu geben. Die verschiedenen Zahlen von *Lithodora* könnten als absteigende Dysploidreihe interpretiert werden (28 → 26 → 24); erst eine eingehende cytologische Untersuchung aller Arten der Gattung kann hier eine endgültige Entscheidung ermöglichen.

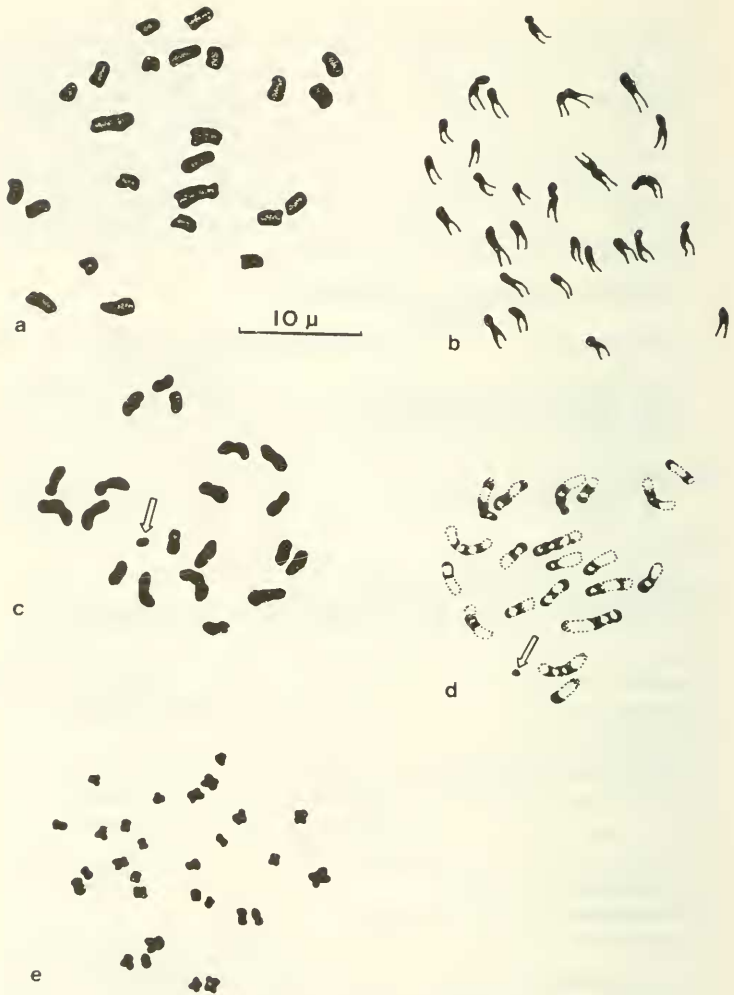


Abb. 5: Späte Prophasen von a) *Lithodora diffusa* ($2n = 24$), b) *Lithodora oleifolia* ($2n = 28$); Metaphase (c) und Prophase (d) von *Buglossoides calabrum* ($2n = 20$); e) Metaphase von *Buglossoides arvense* (*Lithospermum permixtum*, $2n = 28$).

Für die Typussektion von *Buglossoides* kann bisher nur $2n = 28$ als sichere Angabe gelten; die übrigen Angaben sind zunächst mit Vorbehalt aufzunehmen. Daß möglicherweise hier doch noch Zahlendifferenzierungen zu erwarten sind, deutet neben den anderen Zählungen die Studie von HANELT und SCHULZE-MOTEL (1962) an. Diese Untersuchungen sind einer Population von blaublühendem *B. arvensis* gewidmet. Die Chromosomenzahl dieser Pflanzen konnte leider nicht genau bestimmt werden, es wurde lediglich festgestellt, "daß diese Form weniger (wahrscheinlich die Hälfte) Chromosomen besitzt". (Es wurden hiermit weißblütige Pflanzen mit $2n = 28$ verglichen). Daß diese Feststellung nicht für alle blaublühenden Sippen des *B. arvensis*-Bereichs zu gelten hat, zeigt die Untersuchung einer ebenfalls in diesen Komplex gehörenden südfranzösischen Sippe (*Lithospermum permixtum* Jord.), die ganz normal $2n = 28$ Chromosomen besitzt. Eine Entwirrung des vielgestaltigen *arvensis*-Komplexes muß augenscheinlich einer Interpretation der cytologischen Ergebnisse vorausgehen. So scheint mir auch eine Synonymisierung aller blaublühenden Formen von *B. arvensis* mit *Lithospermum incrassatum* verfrüht, wie sie von HANELT und SCHULZE-MOTEL in Erwägung gezogen wurde.

Die zweite Sektion *Margarospermum* zeichnet sich durch die stärkste Dysploidie sowie durch einen auffallend abweichenden Chromosomenbau aus (hierzu GRAU 1967); dies gilt auch für die zweite nun untersuchte Art, die ebenso wie *B. purpureocaeruleum* deutlich in Eu- und Heterochromatinbanden aufgeteilte Prophasechromosomen besitzt. Als weitere Besonderheit kann man bei der untersuchten Pflanze (nur ein Individuum konnte in Kultur gehalten werden) pro Chromosomensatz ein B-Chromosom feststellen (Pfeil in den Zeichnungen); es war in allen untersuchten Zellen des Wurzelspitzenmeristems anzutreffen.

MOLTKIA

Untersuchte Pflanzen:

Moltkia doerfleri Wettst.

Bot. Garten München (Gartenmaterial) $2n = 112$ (Abb. 6)

Kultivierte Pflanzen dieser Art wurden aus Vergleichsgründen cytologisch untersucht. Das Ergebnis ist, neben der

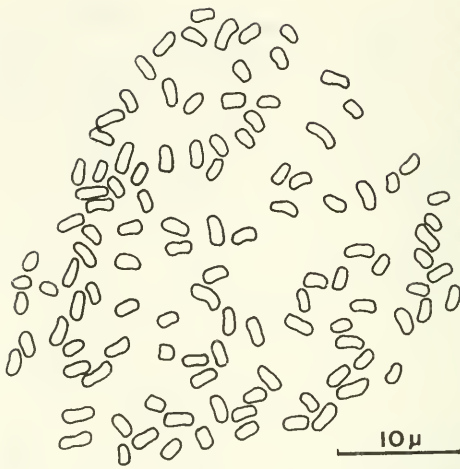


Abb. 6: *Moltkia doerfleri*. Späte Prophase.

relativ hohen Chromosomenzahl, wegen seines Abweichens von einer früheren Angabe (FÜRNKRANZ 1967) auffallend. Während Pflanzen, die im Wiener Botanischen Garten kultiviert werden, mit $n = 48$ als wahrscheinlich dodekaploid angegeben wurden, besitzen die Münchener Exemplare $2n = 112$ Chromosomen. Die Chromosomenzahl konnte eindeutig an zahlreichen, sehr klaren Platten aus dem Wurzelspitzenmeristem gezählt werden. Der Unterschied von 16 Chromosomen im somatischen Satz bei den bisher untersuchten Populationen beweist meines Erachtens, daß auch für *M. doerfleri* die Basis $x = 8$ gilt. Dieser Grundzahl scheint also tatsächlich gattungsspezifische Bedeutung zukommen (vergl. GRAU 1966). Die Münchener Pflanzen stimmen morphologisch völlig mit den WETTSTEINSCHEN Typusexemplaren überein. Erst eine cytologische Analyse von Wildmaterial wird die Möglichkeit einer Erklärung der beiden bisher bekannten Chromosomenrassen zulassen.

OMPHALODES

Untersuchte Pflanzen:

Omphalodes luciliae Boiss.

Bot. Garten München (Gartenmaterial) $2n = 20$ (Abb. 7)

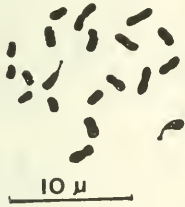


Abb. 7: Metaphase von *Omphalodes luciliae*

Die Gattung *Omphalodes*, von deren europäischen Vertretern schon kürzlich einige ausführlicher cytologisch untersucht wurden (GRAU 1967), besitzt in Griechenland und Kleinasien noch eine Art etwas abweichender Morphologie. Bei den cytologisch geprüften Sippen tritt nun noch eine weitere, für die Gattung neue, wohl ebenfalls dysploide Chromosomenzahl auf. Wenn sich diese Ergebnisse an weiterem Material bestätigen lassen, werden wir in *O. luciliae* eine sowohl morphologisch als auch cytologisch abgeleitete Sippe erblicken müssen.

ONOSMA

Untersuchte Pflanzen:

Onosma hispidum Wall.

W. -Pakistan, Kurrau, Parachinar,

leg. K. H. RECHINGER, It. or.

1965, Nr. 30943

$2n = 12$ (Abb. 8 a)

E. -Afghanistan, Prov. Kabul, Kabul,

leg. K. H. RECHINGER, It. or.

1965, Nr. 31439

$2n = 12$

Onosma armenum DC.

Alma Ata (Wildmaterial, Bot. Garten

Alma Ata)

$2n = 12$ (Abb. 8 b)

Onosma sericeum Willd.

Alma Ata (Wildmaterial, Bot. Garten

Alma Ata)

$2n = 12$ (Abb. 8 c)

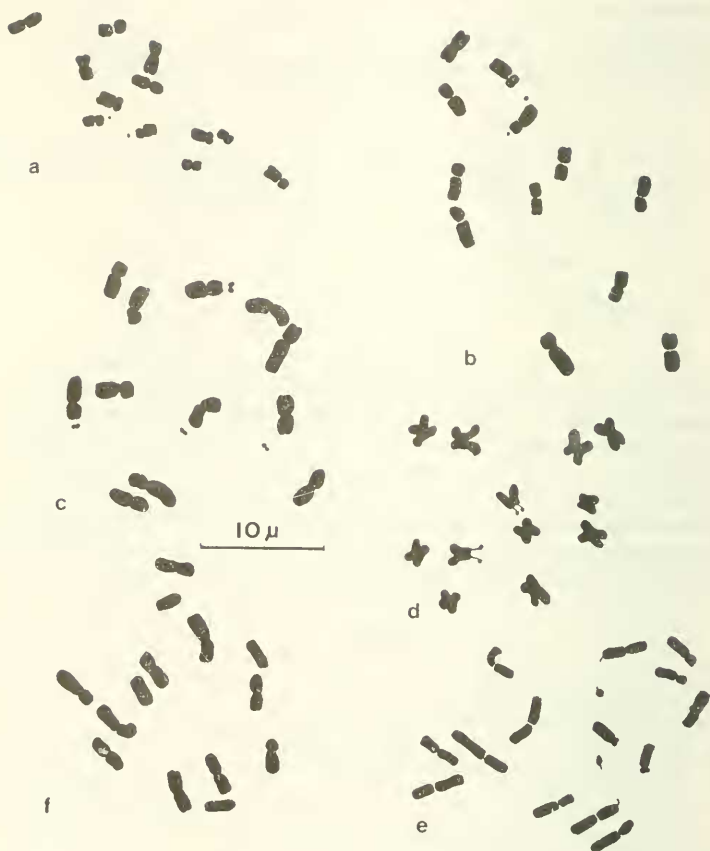


Abb. 8: Metaphase von a) *Onosma hispidum* ($2n = 12$),
b) *O. armenum* ($2n = 12$), c) *O. sericeum* ($2n = 12$),
d) *O. angustifolium* ($2n = 14$), e) *O. graecum* ($2n = 14$),
f) *O. pallidum* ($2n = 14$).

Onosma angustifolium Lehm.

Italien, Apulien, Mte. Gargano,
nördl. Manfredonia

$2n = 14$ (Abb. 8 d)

Onosma graecum Boiss.

Griechenland, Attika, Vuliagmeni
südöstl. Athen

$2n = 14$ (Abb. 8 e)

Onosma pallidum Boiss.

Griechenland, Böotien, östl.
Arachowa

$2n = 14$ (Abb. 8 f)

Die Gattung *Onosma* besitzt nach den bisherigen Untersuchungen ein sehr eigenartiges cytologisches Muster. Bisher sind nur drei verschiedene Chromosomenzahlen für *Onosma* bekannt geworden, nämlich $2n = 12, 14$ und 28 . Dies hat sich auch nach den letzten Untersuchungen nicht geändert. Die Sippen mit $2n = 28$ Chromosomen dürften mit Recht als Tetraploide mit der Basis $x = 7$ interpretiert werden. Eine Entscheidung über die primäre Basiszahl dürfte jedoch im Augenblick noch schwerfallen. Das Auftreten beider Grundzahlen sowohl im westlichen Randareal wie im asiatischen Zentrum nimmt dem geographischen Faktor seine Bedeutung. Andere Hinweise sollen wenigstens andeutungsweise erwähnt werden. Soweit unsere Untersuchungen zeigen, besitzen die Sippen mit $x = 7$ einen stärker asymmetrischen Karyotyp (Abb. 8), was gemeinhin als stärkere Ableitung gedeutet wird. Andererseits treten bisher Polyploide nur mit der Basis $x = 7$ auf, was als Hinweis auf eine längere Evolutionsspanne und damit auf ein größeres Alter verstanden werden kann. Hinzu kommt das Auftreten von $x = 7$ bei der nordamerikanischen Parallelgattung *Onosmodium*, was für eine größere Bedeutung dieser Grundzahl sprechen könnte. Ohne eine intensivere Untersuchung besonders der zahlreichen asiatischen Sippen ist im Moment nichts Entscheidendes auszusagen. Die interessanten cytologischen Verhältnisse, sowie die relativ großen, sehr klaren Chromosomen scheinen mir jedoch die Gattung *Onosma* zu einem sehr günstigen cytologischen Untersuchungsobjekt zu machen. Mir scheint die Hoffnung berechtigt, daß sich aus solchen Untersuchungen wichtige Ergebnisse für die Gliederung der Gattung ergeben können.

SYMPHYTUM

Ausführliche cytologische Untersuchungen an der Gattung *Symphytum* existieren erst aus der jüngsten Zeit (GADELLA & KLIPHUIS 1967, RUNEMARK 1967). Während die südosteuropäischen Arten, die von RUNEMARK näher studiert wurden, sowohl palynologisch als wohl auch cytologisch eine eigene Gruppe bilden ($2n = 28$ bei *S. creticum* und *S. circinale*, $2n = 30$ bei *S. anatolicum*), scheinen *S. officinale* (nach GADELLA & KLIPHUIS im wesentlichen mit $2n = 24$ und $2n = 48$) und die Sippen um *S. tuberosum* möglicherweise engere cytologische Beziehungen zu zeigen.

Untersuchte Pflanzen:

Symphytum asperum Lepechin

Ordschonikidse, Kaukasus (Wildmaterial,
Bot. Garten Halle)

$2n = 32$ (Abb. 9 d)

Symphytum tuberosum L. ssp. *nodosum*

(Schur) Soó

(= *S. leonhardtianum* Pugsley)

Bayern, Gauting bei München

$2n = 96$ (Abb. 9 a)

Bayern, Allach, NW München

$2n = 96$

Bayern, Welchenberg a. d. Donau

$2n = 100$ (Abb. 9 b)

Jugoslawien, Slowenien, Cavn

$2n = 96$

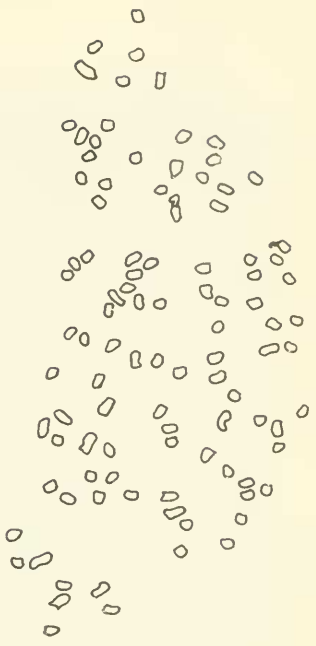
Symphytum tuberosum L. s. l.

Italien, Prov. Firenze, Vallombrosa

$2n = 144$ (Abb. 9 c)

Die bisher für *S. asperum* vorliegenden Zählungen (STREY ca. $2n = 36$, BRITTON $2n = 40$) scheinen, wenn man alle bisher zugänglichen Informationen zusammennimmt (siehe GADELLA & KLIPHUIS) nicht an reinem Material gemacht worden zu sein. Daß beide Zahlenangaben von Gartenmaterial stammen, könnte diese Annahme stützen. Es wäre zu untersuchen, ob Pflanzen mit $2n = 40$ Chromosomen Bastarde zwischen *S. asperum* und *S. officinale* sind.

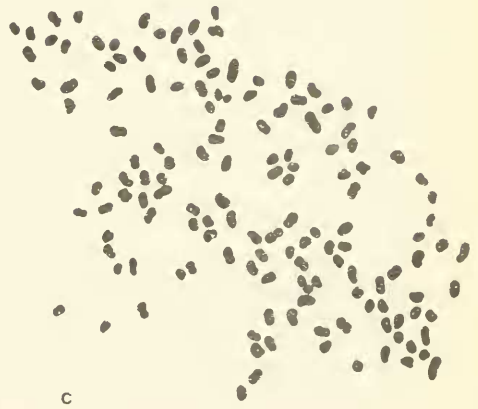
Abb. 9: Mitosen der Wurzelspitze von *Symphytum tuberosum* ssp. *nodosum* aus a) Gauting ($2n = 96$), b) Welchenberg ($2n = 100$); Mitose der Wurzelspitze von c) *S. tuberosum* s. l., Vallombrosa ($2n = 144$) und d) *S. asperum* ($2n = 32$).



a

b

10 μ



d

c

Abb. 9

Für die zur sect. *Tuberosa* Bucknell gerechneten Sippen existieren eine Reihe widersprüchlicher karyologischer Daten. Immerhin gaben die Zahlenangaben von TARNAVSCHI ($2n = 18$ für *S. nodosum*) und STREY (jeweils $2n = 72$ für *S. tuberosum* und *S. bulbosum*) im Verein mit Zählungen von $2n = 36$ für *S. officinale* und *S. asperum* (ebenefalls STREY) der Basis $x = 9$ einige Wahrscheinlichkeit. Die nunmehr gesicherten Chromosomenzahlen für *S. officinale* und unsere Untersuchungen widerlegen diese Annahme. Die bisher studierten Pflanzen aus dem *tuberosum*-Bereich sind alle hochpolyploid (wie auch die Angabe von $2n = 82$ für *S. tuberosum* von TARNAVSCHI andeutet). Daß bei so hohen Chromosomenzahlen auch aneuploide Pflanzen existieren (die Pflanzen aus Welchenberg mit $2n = 100$) verwundert nicht sonderlich. Jedenfalls zeigt das Auftreten der gleichen Ploidiestufe über einen größeren Bereich, daß es sich hier nicht um lokale, ausnahmsweise polyploide Formen handelt. Bei Pflanzen aus der Florenzer Gegend, die zumindest im weiteren Sinne zu *S. tuberosum* zu rechnen sind, ist die Chromosomenzahl noch einmal erhöht und erreicht mit $2n = 144$ das bisher absolute Maximum der Gattung. Die Zunahme um weitere 48 Chromosomen im somatischen Satz dürfte deutlich zeigen, daß die Basis $x = 12$ im weiteren Sinne auch für diese Gruppe gilt.

Mit der Monographie von BUCKNELL und der Arbeit von PUGSLEY wurden die systematischen und taxonomischen Probleme innerhalb der Gattung leider nicht völlig gelöst. Während schon eine klare Trennung in die beiden Unterarten von *S. tuberosum* Schwierigkeiten macht, bestehen außerdem noch Zweifel über die Identität von *S. leonhardtianum* Pugsley (der typischen mitteleuropäischen Sippe) mit *S. nodosum* Schur. So sei die hier in Anlehnung an andere Autoren vorgenommene Synonymiestellung nur mit Vorbehalt vertreten.

Zusammenfassung

Innerhalb der Boraginaceen wurden 21 Sippen aus zehn verschiedenen Gattungen cytologisch untersucht (*Alkanna*, *Anchusa*, *Arnebia*, *Eritrichum*, *Lithodora*, *Buglossoides*, *Moltkia*, *Omphalodes*, *Onosma* und *Symphytum*). Die Ergebnisse liefern z. T. weitere Beispiele für die Verbreitung der Dysploidie in der Familie.

Literatur

- BAKSAY, L.: Cytotaxonomical studies on the flora of Hungary. Ann. Hist. -Nat. Mus. Natl. Hung. S. N. 7: 321-334 (1956).
- BRITTON, D. M.: Cytogenetic studies on the Boraginaceae. Brittonia 7: 233-266 (1951).
- BUCKNALL, C.: A revision of the genus *Symphytum*. J. Linn. Soc. Bot. 41: 496-551 (1913).
- CAVE, M. S. et al.: Index to plant chromosome numbers. Calif. Bot. Soc. I, II (1956 - 1964).
- FAVARGER, C. & K. L. HUYNH in IOPB chromosome number reports II, Taxon 13: 201-209 (1964).
- FÜRNKRANZ, D.: Einige neue Boraginaceen-Chromosomenzahlen. Österr. Bot. Zeitschr. 114: 342-345 (1967).
- GADELLA, Th. W. J. & E. KLIPHUIS: Cytotaxonomic studies in the genus *Symphytum*. I. *Symphytum officinale* L. in the Netherlands. Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch. Ser. C 70: 378-391 (1967).
- GRAU, J.: Unterschiede in der Chromosomengestalt bei *Moltkia* und *Lithospermum*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 79: 182-187 (1966).
- - Primäre und sekundäre Chromosomenbasiszahlen bei *Omphalodes*. Österr. Bot. Zeitschr. 114: 66-72 (1967).
- GREUTER, W.: Beiträge zur Flora der Südägäis 1 - 7. Candollea 20: 167-218 (1965).
- HANELT, P. & J. SCHULZE-MOTEL: Beobachtungen an einer blaublühenden Sippe von *Lithospermum arvense* L. Kulturpfl. X: 122-131 (1962).
- JOHNSTON, I. M.: Studies in the Boraginaceae XXIII. Survey of the genus *Lithospermum*. J. Arn. Arb. 33: 299-366 (1952).
- - Studies in the Boraginaceae XXIV. A. Three genera segregated from *Lithospermum*. B. Supplementary notes on *Lithospermum*. J. Arn. Arb. 34: 1-16 (1953).
- - Studies in the Boraginaceae XXV. A revaluation of genera of *Lithospermeae*. J. Arn. Arb. 34: 258-299 (1953).

- JOHNSTON, I. M. : Studies in the Boraginaceae XXVI. Further revaluation of genera of Lithospermeae. J. Arn. Arb. 35: 1-81 (1954).
- LÖVE, A. & D. LÖVE: Chromosome numbers of central and northwest european plant species. Opera Bot. 5 (1961).
- RECHINGER, K. H. : Zur Kenntnis der europäischen Arten der Gattung *Alkana*. Ann. Naturhist. Mus. Wien 68: 191-220 (1965).
- REESE, G. : Ergänzende Mitteilungen über die Chromosomenzahlen mitteleuropäischer Gefäßpflanzen I. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 64: 241-256 (1952).
- RUNEMARK, H. : Studies in the Aegaeen Flora XI. *Procopiana* (Boraginaceae) included into *Symphytum*. Bot. Not. 120: 84-94 (1967).
- STREY, M. : Karyologische Untersuchungen an *Borraginoideae*. Planta 14: 683-730 (1931).
- TARNAVSCHI, J. T. : Die Chromosomenzahlen der Anthophyten-Flora von Rumänien mit einem Ausblick auf das Polyploidie-Problem. Bull. Jard. Mus. Bot. Univ. Cluj 28, Suppl.: 1-130 (1948).
- TISCHLER, G. : Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas (1950).